

УДК 669:539

В. М. Кийко*

Институт физики твердого тела РАН, г. Черноголовка

**kiiko@issp.ac.ru*

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОМПОЗИТЫ С АРМИРУЮЩИМИ ОКСИДНЫМИ ВОЛОКНАМИ И ПЛАСТИНАМИ И NiAl И Al_2O_3 МАТРИЦАМИ

Методом диффузионной сварки в вакууме получены волокнистые и слоистые композиты с интерметаллидной NiAl и оксидной Al_2O_3 матрицами, армированные композитными волокнами или пластинами, полученными методом внутренней кристаллизации. $LaAl_{11}O_{18}-Al_2O_3$ волокна и пластины обеспечивают приемлемую прочность и трещиностойкость композитов в диапазоне температур 20–1400 °С.

Ключевые слова: композит, волокно, пластина, оксид, матрица, структура, прочность, трещиностойкость, температура.

V. M. Kiiko

HIGH TEMPERATURE COMPOSITES WITH REINFORCING OXIDE FIBERS AND PLATES AND NiAl AND Al_2O_3 MATRICES

Fibrous and layered composites with intermetallic NiAl and oxide Al_2O_3 matrices reinforced with composite fibers or plates obtained by internal crystallization method were obtained by diffusion welding in vacuum. $LaAl_{11}O_{18}-Al_2O_3$ fibers and plates provide acceptable strength and fracture toughness of composites in the temperature range of 20–1400 °C.

Key words: composite, fiber, plate, oxide, matrix, structure, strength, fracture toughness, temperature.

Необходимость повышения рабочих температур конструкционных материалов приводит к использованию тугоплавких соединений из ряда оксидов, интерметаллидов и других, хрупких по своей природе. Возникает задача разработки структур нехрупких материалов

с «квазипластичным» поведением под нагрузкой из хрупких компонентов. В работе в качестве примеров возможностей решения такой задачи представлены два композитных материала — с интерметаллидной NiAl матрицей, армированной $\text{LaAl}_{11}\text{O}_{18}-\text{Al}_2\text{O}_3$ волокнами и с Al_2O_3 матрицей, армированной $\text{LaAl}_{11}\text{O}_{18}-\text{Al}_2\text{O}_3$ пластинами. Волокна и пластины указанного состава получены методом внутренней кристаллизации [1]. А композиты — диффузионной сваркой в вакууме [2] однонаправленно расположенных армирующих компонентов и порошковых материалов матриц. Прочность таких композитов, рис. 1, в основном обеспечивается волокнами или пластинами, содержащими сапфир Al_2O_3 , а трещиностойкость — гексаалюминатом лантана $\text{LaAl}_{11}\text{O}_{18}$, содержащимся в них и имеющим в слоистой структуре относительно слабые плоскости, которые обеспечивают затупление и торможение трещин. На макроскопическом уровне это проявляется в нелинейности кривых деформирования композитных материалов под нагрузкой («квазипластическое» поведение). Фрактограммы поверхностей разрушения (один из примеров приведен на рис. 2) также имеют вид, характерный для нехрупких материалов, и характеризуются расслоениями и скольжениями по границам раздела компонентов, выдергиванием волокон из матрицы и развитыми поверхностями разрушения собственно волокон (пластин) и матрицы, повышающими трещиностойкость композитного материала.

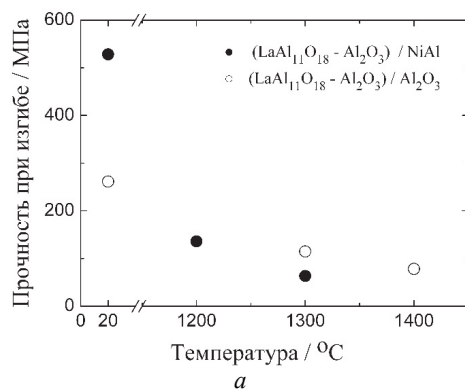


Рис. 1. Зависимости прочности композитных материалов (состав указан в поле графика) от температуры

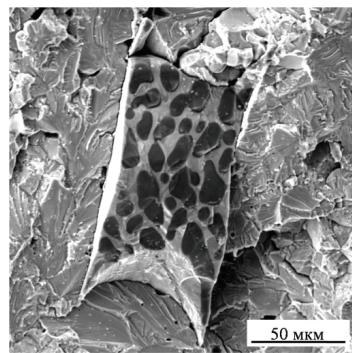


Рис. 2. Фрактограмма поверхности разрушения композита: $\text{LaAl}_{11}\text{O}_{18}-\text{Al}_2\text{O}_3$ волокно в NiAl матрице (серого цвета), компоненты волокна черного цвета — Al_2O_3 , темно-серого, — содержащие $\text{LaAl}_{11}\text{O}_{18}$

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 17–03–01136 а).

Литература

1. Милейко С. Т., Казьмин В. И. Получение композитов методом внутренней кристаллизации // Механика композитных материалов. 1991. № 5. С. 898–908.
2. Composite oxide fibers and brittle matrix composites based on them / V. M. Kiiko [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. V. 525. Art. № 012021.